

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-055393

(43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.Cl.

G06F 17/60

B23Q 41/08

C21D 9/52

C21D 11/00

(21)Application number : 09-024938

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 07.02.1997

(72)Inventor : UMEDA TOYOHIRO
NISHIMURA MASARU

(30)Priority

Priority number : 08142656 Priority date : 05.06.1996 Priority country : JP

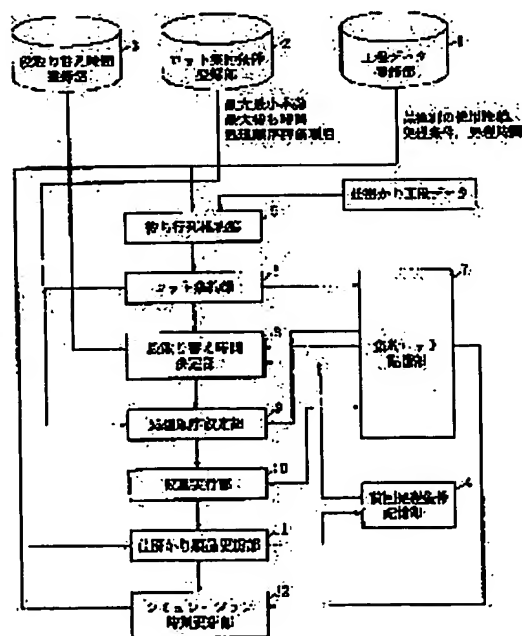
(54) PRODUCTION PROCESS SIMULATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To automatically perform accurate aggregation according to process conditions and lot aggregation conditions and set the process order of products in an aggregate lot according to the attributes of the products by selecting an aggregate lot to be processed by facilities out of an aggregate lot group according to a specific rule.

SOLUTION: A process queue wherein processes in wait states are arrayed in specific order according to used facilities and process conditions is generated and a process queue storage part 5 stores the generated process queue. A lot aggregation part 6 generates aggregate lots for which an aggregating process can be started out of the process wait queue according to lot aggregation conditions. An aggregate lot storage part 7 stores the lots aggregated by a lot aggregation part, 6. Then only an aggregate lot to be processed by facilities is selected out of the aggregate lot group stored in the aggregate lot storage part 7 according to a specific rule.

Consequently, a production schedule for a complicated production line can be generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-55393

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 17/60			G 0 6 F 15/21	R
B 2 3 Q 41/08			B 2 3 Q 41/08	B
C 2 1 D 9/52	1 0 1		C 2 1 D 9/52	1 0 1
11/00			11/00	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

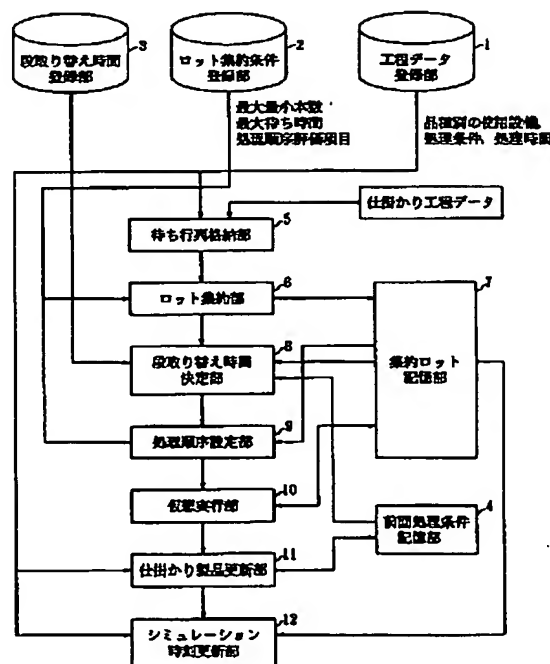
(21) 出願番号	特願平9-24938	(71) 出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号
(22) 出願日	平成9年(1997) 2月7日	(72) 発明者	梅田 豊裕 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目6番5号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
(31) 優先権主張番号	特願平8-142656	(72) 発明者	西村 勝 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神 戸製鋼所真岡製造所内
(32) 優先日	平8(1996) 6月5日	(74) 代理人	弁理士 本庄 武男
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 生産工程シミュレーション装置

(57) 【要約】

【課題】 多品種の製品を平行して生産する生産ラインにおいては、作業効率を低下させる生産ライン上の各設備の段取り替え作業をできるだけ行わないように、各設備による処理条件が同一である製品ロットを集約して製造処理を行うが、従来の生産ラインのシミュレーション装置では、ロット集約を行う工程を限定し、ロットの集約方法も同一としなければ生産ラインの物流予測を行うことはできなかった。

【解決手段】 本発明は、品種及び工程毎に与えられた工程データ及び各設備における処理条件毎のロットの集約条件に基づいて、ロットの集約シミュレーションを行い、工程順序の異なる品種間でロット集約を行ったり、工程毎に集約方法が異なるロット集約を行う生産ラインの生産スケジュールを仮想実行することを図ったものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】製品の生産に使用される使用設備等を工程毎に定めた工程データから選択された使用設備とロット集約を行うための使用設備上の条件である処理条件が同一である工程の製品を複数ロット集約し、該ロット集約された製品を用いた生産スケジュールを仮想的に実行する生産工程シミュレーション装置において、生産品種毎の上記使用設備及び上記処理条件を含む上記工程データを登録する工程データ登録部と、ある条件下でロット集約を行うための生産物側の条件であるロット集約条件を登録するロット集約条件登録部と、待ち状態にある工程を上記使用設備、処理条件に従って所定の順に配列した処理待ち行列を作成する処理待ち行列作成部と、上記作成された処理待ち行列を格納する処理待ち行列格納部と、上記処理待ち行列の中から、前記ロット集約条件に従って集約処理開始可能な集約ロットを複数作成するロット集約部と、上記ロット集約部により集約された集約ロット群を記憶するための集約ロット記憶部と、所定の規則に基づいて上記集約ロット記憶部に記憶された上記集約ロット群のうちから、各設備毎に処理を実行すべき

上記集約ロットを選択する集約ロット選択部とを具備してなることを特徴とする生産工程シミュレーション装置。

【請求項 2】上記集約ロット群について仮想実行する仮想実行部を備え、上記仮想実行の時間経過にしたがって、処理の完了したロットを削除するとともに、該完了したロットと同じ使用設備の工程のうち、待ち状態にある工程をロット集約して上記集約ロット記憶部に記憶するロット補充手段を具備してなる請求項 1 記載の生産工程シミュレーション装置。

【請求項 3】各設備での前後の処理条件の組み合わせにより決まる段取り替え時間を予め登録しておく段取り替え時間登録部を備え、上記所定の規則が、各設備における上記段取り替え時間がより小さい上記集約ロットを選択する規則である請求項 1 記載の生産工程シミュレーション装置。

【請求項 4】上記所定の順が、待ち状態にある製品の待ち時間の長さ、及び／若しくは上記製品の属性に基づいて定められたものである請求項 1～3 のいずれかに記載の生産工程シミュレーション装置。

【請求項 5】上記工程データ登録部に登録された工程データが、各工程に対して択一的な複数の処理条件を含んでなる請求項 1～3 のいずれかに記載の生産工程シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、生産工程シミュレーション装置に係り、詳しくは処理条件、ロット集約条件に合致したロット集約を適正且つ自動的に行うことができる生産工程シミュレーション装置に関するものであ

る。

【0002】

【従来の技術】近年のように多品種の製品を平行して生産する生産ラインでは、一般に製品を製造する場合の処理条件は、設備及び生産工程毎に異なり、ある設備において 1 種類の条件のみで処理を続けることは少ない。同一設備において処理条件が変化する場合は、一般に段取り替え作業を行う必要が生じるが、煩雑な段取り替え作業は、作業者の負担を増大させるだけでなく、設備効率を著しく低下させる。このため、多品種を扱う製造ラインでは工程・設備毎に同種の処理条件の処理工程を複数まとめた上で、これらを連続して処理することにより、段取り替え作業を削減するロット集約が実施されている。このような多品種の製品を平行して生産する生産ラインの生産スケジュールを仮想的に実行して、より適切なスケジュールを抽出するシミュレーション装置に関する技術としては、例えば、特公平 7-109601 号公報に記載の技術が知られている。上記公知文献に記載の技術では、製品の品種及び工程毎にロット集約が可能であるか、集約したロットを再度分割する必要があるかを示すロット統合及び分割の可否を、予めシミュレーション実行者が生産計画に基づいて指定することにより、ある工程では、幾つかの個別のロットを集約して処理を行い、他の工程では、一度まとめた集約ロットを個別のロットに再分割し、個別ロット単位で処理を行うというような、実際の生産ラインにおいてみられるロットの分割・統合という概念を生産スケジュール作成の際のシミュレーションに取り入れたものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記公知文献に記載の技術は、ロットの統合の可能性を人間が予め判断して格納しておくものであるため、すべての工程についてその都度、人間が介入して判断せねばならず、極めて繁雑な処理が要求されるものであった。また、統合されるロット内での製品の処理順序については、製品の投入日等のわずかな情報しか考慮されておらず、例えば厚さや幅等の製品の属性に基づくような詳細な処理順序の設定を行うことができなかった。本発明は、このような従来の技術における課題を解決するために、生産工程シミュレーション装置を改良し、処理条件、ロット集約条件に応じて的確なロット集約を自動的に行うと共に、製品の属性に応じて、集約されるロット内での製品の処理順序を設定することのできる生産工程シミュレーション装置を提供することを目的とするものである。

【0004】

【解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、製品の生産に使用される使用設備等を工程毎に定めた工程データから選択された使用設備とロット集約を行うための使用設備上の条件である処理条件が同一である工程の製品を複数ロット集約し、該ロット集約された

製品を用いた生産スケジュールを仮想的に実行する生産工程シミュレーション装置において、生産品種毎の上記使用設備及び上記処理条件を含む上記工程データを登録する工程データ登録部と、ある条件下でロット集約を行うための生産物側の条件であるロット集約条件を登録するロット集約条件登録部と、待ち状態にある工程を上記使用設備、処理条件に従って所定の順に配列した処理待ち行列を作成する処理待ち行列作成部と、上記作成された処理待ち行列を格納する処理待ち行列格納部と、上記処理待ち行列の中から、前記ロット集約条件に従って集約処理開始可能な集約ロットを複数作成するロット集約部と、上記ロット集約部により集約された集約ロット群を記憶するための集約ロット記憶部と、所定の規則に基づいて上記集約ロット記憶部に記憶された上記集約ロット群のうちから、各設備毎に処理を実行すべき上記集約ロットを選択する集約ロット選択部とを具備してなることを特徴とする生産工程シミュレーション装置として構成されている。このように処理条件毎にロットの集約条件を設定することが可能であるため、処理条件と、ロット集約条件に合致した最適なロット集約を自動的に行うことができる。また、上記集約ロット群について 仮想実行する仮想実行部を備え、上記仮想実行の時間経過にしたがって、処理の完了したロットを削除するとともに、該完了したロットと同じ使用設備の工程のうち、待ち状態にある工程をロット集約して上記集約ロット記憶部に記憶するようにすれば、時間的に連続なロット集約シミュレーションを行うことができ、実際の生産状態に即した生産スケジュールをたてることが可能となる。また、例えば、上記所定の規則を、上記各設備における段取り替え時間がより小さい上記集約ロットを選択するように定めれば、作業効率を尊重したロットの集約を行うことができる。さらに、上記所定の順を、例えば、待ち状態にある製品の待ち時間の長さ、及び／若しくは上記製品の属性に基づいて定めるようにしてもよい。この場合、ロット集約条件毎に、上記所定の順を、製品の待ち時間の長さに基づいて定めたり、上記製品の例えば厚さ、幅といった属性に基づいて定めることにより、集約されるロット内の製品の処理順序を詳細かつ自動的に決定することができる。さらに、上記工程データ登録部に登録された工程データに、各工程に対して択一的な複数の処理条件を含めれば、ある使用設備に対しては処理条件に自由度のある製品が混在した複雑な生産ラインの生産スケジュールを作成することができる。

【0005】

【発明の実施の形態】以下添付図面を参照して、本発明の実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

尚、以下の実施の形態は、本発明を具体化したものであって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。ここに図1は、本発明の一実施の形態に係る生産工程シミュレーション装置0の概略構成を示す機能ブロッ

ク図、図2は、生産工程シミュレーション装置0の動作手順を示すフローチャート図、図3は、生産工程シミュレーション装置0に係る工程データを示す図表、図4は、設備と処理条件別のロット集約条件を示す図表、図5は、生産工程シミュレーション装置0に係る設備毎の前後の処理条件に対する段取り替え時間を示す図表、図6は、シミュレーション開始時点での仕掛かり製品群の一例を示す図表、図7は、シミュレーション開始時点での処理条件別の処理待ち行列の一例を示す図表、図8は、集約ロットの選択状態を示す図表、図9は、選択された集約ロット内の製品の処理順序を示す図表、図10は、生産工程シミュレーション装置0の集約ロット割り付け結果を示す図、図11は、更新された仕掛かり工程群の一例を示す図表、図12は、次のシミュレーションでの処理条件別の処理待ち行列を示す図表、図13は、生産工程シミュレーション装置0のシミュレーション時刻更新後の集約ロットの割り付け例を示す図である。図1に示す如く、本実施の形態に係る生産工程シミュレーション装置0は、例えば、金属の圧延工場における物流シミュレーション装置であり、工程データ登録部1、ロット集約条件登録部2、段取り替え時間登録部3、前回処理条件記憶部4、処理待ち行列格納部5、ロット集約部6、集約ロット記憶部7、段取り替え時間決定部8、処理順序設定部9、仮想実行部10、仕掛かり工程更新部（補充手段に相当）11、シミュレーション開始時刻更新部12より構成されている。

【0006】以下、本発明の一実施の形態に係る生産工程シミュレーション装置0の動作の詳細を説明する。図2に示すように、生産工程シミュレーション装置0では、予め工程データ及びロット集約条件並びに段取り替え時間の登録が行われる（S1）。ここで、上記工程データは、生産ライン上の各設備における処理条件、例えば板厚、板幅といった製品の属性、及び処理時間を製品の品種及び工程毎に定めるもので、工程データ登録部1に登録される。図3は上記工程データの一例である。図3に示した例では製品の品種が、A、B、及びCの3種類存在し、各品種により通過工程、即ち、使用設備やその使用順序が異なる。使用設備は上記3種の品種に共有されており、圧延機、焼鈍設備（バッチ処理、連続処理）、スリッター（幅割り機）、表面処理設備及び梱包機から構成されている。処理条件は、例えば、圧延機においては圧延ロールの表面形状（ロール種R₁、R₂）、幅割り機においてはバイトの幅（1250mm、900mm）、焼鈍設備においては炉内の雰囲気温度（200度、300度）、表面処理設備においては塗料の種類（P₁、P₂）というように、各設備の使用条件を示す。尚、ロット集約を行わず1製品ずつ処理する梱包機は特に処理条件を指定されていない。また、図3に示される、例えば品種Aの工程1においては、処理条件にロール種R₁とロール種R₂との2種類が登録されてい

る。これは、品種Aの工程1では、ロール種R₁とロール種R₂のいずれか一方で圧延を行うことを示している。さらに、処理時間がそれぞれ15分、20分とあるのは、使用するロールにより処理時間が異なることを表している。同様に、品種Bの工程4でも、ロール種R₁とR₂のいずれかが使用可能であり、品種Bの工程6では、焼鈍時間が異なっており、焼鈍温度を200度、若しくは300度のいずれにも設定可能であることを示している。このように、処理条件は、製品の品種(A、B、C)が異なっても、処理条件が同じであれば、ロット集約が可能であることを示すもので、ロット集約を行うための設備上の条件である。

【0007】また、上記ロット集約条件は、ある設備においてある処理条件下でロット集約を行う際の生産物側の条件であり、ロット集約条件登録部2に登録される。図4は上記ロット集約条件の一例を示す。図4では、設備・処理条件別に、集約するロット内での製品の処理順を設定する処理順キー、ロット集約する際の最小本数及び最大本数、並びに上記最小本数揃うまで、例えば圧延されるコイル等の処理工程を仕掛かり待ちとして待機させる最大待ち時間が与えられている。ここで、処理順キーとは、図3の工程データに含まれる製品の属性等のキーとなる条件名と、ソートの方向を表すコードとを有しており、例えば、圧延機のロール種R₁では、条件名＝「板幅」であり、方向コード＝「－」と示されている。この2つの指定により、ロール種R₁の製品は、板幅の小さくなる順、すなわち板幅の広いものから狭いものへと順に圧延されることが規定される。同様に、幅割り機では、条件名＝「板厚」であり、方向コード＝「＋」と示されており、幅割り機については、板厚の薄いものから厚いものへと順に処理することが規定されている。尚、表面処理設備では、処理順キーは「なし」を記されているが、これは処理順を製品の属性等のキーを用いて特に指定しないことを意味する。また、図4における最小本数とは、コイルが少なくとも指定本数揃うまではその処理条件での操作を行わない本数で、最大本数とは同一処理条件において、連続して処理を行うことのできるコイルの最大本数である。また、ロット集約条件は設備・処理条件が同一の場合に行われ、最大待ち時間を経過したコイルを含む場合は最小本数未満でもロット集約されるという例外条件を含む。また、図4には設備毎の処理形態も示されており、「単」とある設備はロット集約されたコイルを1本ずつ処理する設備で、「バッチ」とあるのは同時に複数本数のコイルを処理できる設備である。従って、上記処理順キーは、「バッチ」タイプの設備には適用されない。尚、上記設備毎の処理形態は上記したロット集約には関係しない。図5は段取り替え時間登録部3に記憶された設備毎の段取り替え時間の一例を示す図表である。段取り替え時間は、各設備における前回集約ロットの処理条件(前回処理条件記憶部4に記憶

されている。)と今回集約ロットの処理条件の組み合わせにより設定される。このため、1つの集約ロット内では、段取り替えは行われない。従って、適正にロット集約が行われれば、段取り替え時間が短縮されることとなる。この実施例は、このような段取り替え時間を最短にするロット集約を可能とするシミュレーション装置を提供することを目的としている。尚、ここでは、ロット集約を行わない梱包機についても10分の段取り替え時間が設定されているが、これはロット1本の処理を行う毎に10分の段取り替え時間が必要なことを示している。

【0008】次に、生産ラインにおいて待ち状態にある仕掛かり工程を使用設備、処理条件を勘案して並び変えた処理待ち行列が処理待ち行列格納部5に格納される

(S2)。処理待ち行列を作成するために、まずシミュレーション開始時点での仕掛かり製品群を格納する。図6は、仕掛かり製品群の一例である。図6における仕掛かり製品群には品種、仕掛かり工程及び仕掛かり工程に到着した時刻が登録されている。ここで、到着時刻はシミュレーション開始時刻を0とした相対時刻で表現されている。この仕掛かり製品群に示された各製品の品種と工程を基に、図3における工程データから使用設備と処理条件が参照され、処理待ち行列格納部5に処理番号が登録される。図6の理解を容易にするため、右側2列に使用設備と処理条件を併記しておく。この場合、同一の処理条件では到着時刻の早い順(待ち時間の長い順)に登録される。この実施の形態では、各工程に到着した製品について、到着時刻、使用設備、及びその時の処理条件を入力するだけで、後記する処理手順により、適正なスケジュールが抽出される。尚、処理番号は、例えば工程データに格納された板厚、板幅といった製品の属性等に基づいて定められた順番で処理待ち行列格納部5に格納されてもよい。図6の仕掛かり製品群に対して、上記方法で登録した待ち行列の一例を図7に示す。図7に示すように、処理待ち行列格納部5には、処理待ち行列が使用設備及び処理条件の組み合わせの順に並べられ、且つ、待ち時間(到着時刻から判断される)の長いものから順に図6における処理番号が登録されている。図7において、製品番号3、4及び26は、それぞれ2つの待ち行列に登録されているが、これは可能な処理条件(図3参照)が2種類存在するためである。次に、図7に示す処理待ち行列に対し、図4で示したロット集約条件に従い、ロット集約部6によりロット集約を行うと共に、ロット集約した製品を集約ロット記憶部7に記憶させる(S3)。図8(a)は集約ロット記憶部7に記憶された集約ロットの一例を示す。未集約の(集約条件に合致しない)仕掛かり工程は記入されていない。図7に示した処理条件別の処理待ち行列例では、例えば、圧延機のロール種R₁は8本の仕掛かり工程(処理番号1～8)が存在するが、ロット集約条件の最大本数が4本である

ため(図4参照)、図8(a)に示した処理条件別の仕掛かり工程では、到着の早い工程から4本のみ(処理番号1~4)集約されている。また、圧延機のロール種R₁の仕掛かり工程は6本であり、ロット集約条件の最小本数(8本)未満であるが、処理番号9と処理番号10の仕掛かり待ち時間は65分であり、ロール種R₁の最大待ち時間、60分を越えているため、処理番号9、10が3、4、11、及び12を伴ってロット集約される。

【0009】次に、上記集約されたロットに対し、図5に示した設備毎の段取り替え時間及び、各設備における前回の処理条件を記憶する前回処理条件記憶部4に記憶された前回処理条件を参照し、段取り替え時間決定部8により各集約ロットを処理するために必要な段取り替え時間が演算される(S4)。例えば、図8(a)における圧延機の処理条件、ロール種R₁の段取り替え時間は、15分である。図8(a)に示したロット集約例は、集約条件を満たすロット集約の一例である。実際の圧延工程等では、これよりはるかに多くの工程の組み合わせが発生する結果、その各場合における段取り替え時間も上記工程の組み合わせに対応して多数発生する。そのため、この実施の形態では、上記多くのロット集約例について仮想実行(シミュレーション)し、その時の段取り替え時間が演算され、段取り替え時間の最も短いものが選択される(S5)。このように、段取り替え時間の最長化等、所定のルールに基づいて設備毎に処理すべき集約ロットを選択するのが、集約ロット選択部であり、この例では、仮想実行部10がこれに該当する。尚、選択のルールは他にも種々考えられる。図8(b)は、選択された集約ロットの一例を示す。次に、上記選択された集約ロットに対して、既に図3に示した工程データに含まれる板厚、板幅といった製品の属性と、図4に示したロット集約条件に含まれる処理順キーとに基づいて、ロット内の製品の処理順序が処理順序設定部9によりあらためて設定される(S6)。ここで、図9は選択された集約ロットに対して設定された処理順序の一例である。例えば、処理順キーが指定されている圧延機のロール種R₁は、処理順キーが「板厚：-」であるため、板厚の大きい製品の順(3→4→1→2)に処理が行われる。処理順キーが設定されていない場合、及び製品属性が同じ場合には、この例では、到着時刻の早い順に処理される。尚、処理待ち行列格納部5に処理番号を格納する時に、製品の処理順を設定するのと、選択された集約ロットに対して、ロット内での製品の処理順を設定するのは、本質的に同じである。更に、選択された集約ロットに対する段取り替え時間及び処理時間が、仮想実行部10及び処理順序設定部9の結果を参照して各設備に割りつけられる(S7)。続いて、選択された集約ロットを処理するために用いられた各設備における処理条件により前回処理条件記憶部4が更新される。割り付

け時に用いる各ロットの処理時間はロットを構成する製品の品種と工程から図3に示した工程データを参照して計算される。図10は、図8(b)に示した選択されたロット集約例を仮想実行するための、各設備毎の処理時間と段取り替え時間の割り付け例である。本実施の形態において、焼鈍設備にあるようにバッチ処理設備では、製品、処理番号17、18及び19は並列して割りつけられている。以上で、最初に処理される集約ロット及びその割り付けが完了すると、次に処理すべき集約ロットの選択手順に移行するために、仮想実行の推移につれて、仕掛かり工程更新部11により、今回のシミュレーションで、集約、選択された仕掛かり工程を図7に示す処理待ち行列から消去し、仮想実行上のその時点で集約条件を満たす集約ロットを作成し、新たに待ち行列格納部5に格納する(S8)。上記仮想実行により、図6に示す工程が次工程に移移した仕掛かり工程群例を図11に示す。さらに、図11の工程仕掛かり状態における更新された処理待ち行列例を図12に示す。図12において、品種Bの処理番号1及び2は、工程4(圧延機)に移移しており、この工程では、処理条件としてロール種R₁とR₂とを択一的に選択することが可能である。そのため、ロール種R₁とR₂の2つの待ち行列に上記処理番号1及び2は登録される。

【0010】次に、シミュレーション開始時刻更新部12によりシミュレーション時刻を更新する(S9)。本実施の形態においては、全設備のなかで、次の処理開始がもっとも早く可能となる設備の処理開始可能時刻を次のシミュレーション時刻とした。図10から分かるように、この例では表面処理設備が時刻60分において完了し、次にもっとも早く処理開始可能となるので、シミュレーション時刻は60分に更新される。以後、更新されたシミュレーション時間のもとでロット集約→選択→割り付け→更新を繰り返す。60分に更新されたシミュレーション時刻においては、表面処理設備のみが空いており処理開始が可能であるので、表面処理の中から次に処理可能な工程を選択する。この場合、ロット集約は、塗料P₁(処理番号13、及び14)と塗料P₂(処理番号32)が集約条件を満たし、これらのうち段取り替え時間が最も短いのは、前回処理条件と同じ塗料P₁(段取り替え時間=0)であるため、塗料P₁が次の表面処理設備の処理条件として選択される。処理番号23、26及び処理番号17、18、19はシミュレーション時刻60分において未到着であるので、ロット集約の対象から除かれている。尚、図13は、シミュレーション時刻、60分において選択された処理番号13、14を割りつけた例を示す。このように、本実施の形態に係る生産工程シミュレーション装置では、多品種の製品のロット集約を行う場合でも、処理条件と、ロット集約条件に合致した最適なロット集約を自動的に行うことができ、さらに、集約ロット内での製品の処理順序を詳細に

設定することができる。さらに、処理条件に自由度のある製品が混在する複雑な生産工程においても、適正な生産スケジュールを自動的に作成することができる。

【0011】

【実施例】上記した本発明の一実施の形態に係る生産工程シミュレーション装置0では、処理を実行すべき集約ロットの選択を、段取り替え時間が最小となるように行ったが、到着時刻の早い製品を優先するようになってよい。このような生産工程シミュレーション装置も本発明における生産工程シミュレーション装置の一例である。また、上記実施の形態では、集約ロットの選択を、集約ロットを仮想実行することにより行っているが、仮想実行なしに、例えば、集約ロット毎の段取り替え時間を計算するだけでもよい。また、上記実施の形態では、生産工程シミュレーション装置0により、金属の圧延工場における工程を集約し、該ロット集約された工程を用いた生産スケジュールを仮想実行したが、他の様々な生産ラインのロット集約に生産工程シミュレーション装置を適用してもよい。このような生産工程シミュレーション装置も本発明における生産工程シミュレーション装置の一例である。

【0012】

【発明の効果】上記のように、本発明は、製品の生産に使用される使用設備等を工程毎に定めた工程データから選択された使用設備とロット集約を行うための使用設備上の条件である処理条件が同一である工程の製品を複数ロット集約し、該ロット集約された製品を用いた生産スケジュールを仮想的に実行する生産工程シミュレーション装置において、生産品種毎の上記使用設備及び上記処理条件を含む上記工程データを登録する工程データ登録部と、ある条件下でロット集約を行うための生産物側の条件であるロット集約条件を登録するロット集約条件登録部と、待ち状態にある工程を上記使用設備、処理条件に従って所定の順に配列した処理待ち行列を作成する処理待ち行列作成部と、上記作成された処理待ち行列を格納する処理待ち行列格納部と、上記処理待ち行列の中から、前記ロット集約条件に従って集約処理開始可能な集約ロットを複数作成するロット集約部と、上記ロット集約部により集約された集約ロット群を記憶するための集約ロット記憶部と、所定の規則に基づいて上記集約ロット記憶部に記憶された上記集約ロット群のうちから、各設備毎に処理を実行すべき上記集約ロットを選択する集約ロット選択部とを具備してなることを特徴とする生産工程シミュレーション装置として構成されている。このため、各設備に到着した製品について、その到着時間、使用設備、処理条件をオペレータが、又は、自動的に入力するだけで処理条件、ロット集約条件に合致したロット集約を正確且つ自動的に行うことができる。さらに、上記集約ロット群について仮想実行する仮想実行部を備え、仮想実行時間の経過にしたがって、処理の完了した

仕掛かり工程を削除すると共に、該完了した仕掛かり工程と同じ使用設備の工程のうち、待ち状態にある工程をロット集約の対象に加えるようにすれば、時間的に連続にロット集約を行うことができ、実際の生産状態に即した生産スケジュールを作成することができる。また、各設備における集約ロットの選択を段取り替え時間が最小となるように行えば、作業効率を重視したロット集約を仮想的に実現することができる。さらに、上記所定の順を、例えば、待ち状態にある製品の待ち時間の長さ、及び/若しくは上記製品の属性に基づいて定めるようにしてもよい。この場合、ロット集約条件毎に、上記所定の順を、製品の待ち時間の長さに基づいて定めたり、上記製品の例えば厚さ、幅といった属性に基づいて定めることにより、集約されるロット内の製品の処理順序を詳細かつ自動的に決定することができる。さらに、上記工程データ登録部に登録された工程データに、各工程に対して択一的な複数の処理条件を含めれば、ある使用設備に対しては処理条件に自由度のある製品が混在した複雑な生産ラインの生産スケジュールを作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る生産工程シミュレーション装置0の概略構成を示す機能ブロック図。

【図2】生産工程シミュレーション装置0の動作手順を示すフローチャート図。

【図3】生産工程シミュレーション装置0に係る工程データの一例を示す図表。

【図4】生産工程シミュレーション装置0に係るロット集約条件の一例を示す図表。

【図5】生産工程シミュレーション装置0に係る段取り替え時間の一例を示す図表。

【図6】シミュレーション開始時点での仕掛かり製品群の一例を示す図表。

【図7】シミュレーション開始時点での処理条件別の処理待ち行列の一例を示す図表。

【図8】集約ロットの選択状態を示す図表。

【図9】生産工程シミュレーション装置0の集約ロット割り付け結果を示す図。

【図10】選択された集約ロット内での製品の処理順序を示す図表。

【図11】更新された仕掛かり工程群の一例を示す図表。

【図12】シミュレーション時刻更新後の処理条件別の処理待ち行列を示す図表。

【図13】生産工程シミュレーション装置0のシミュレーション時刻更新後の集約ロットの割り付け例を示す図。

【符号の説明】

0・・・生産工程シミュレーション装置

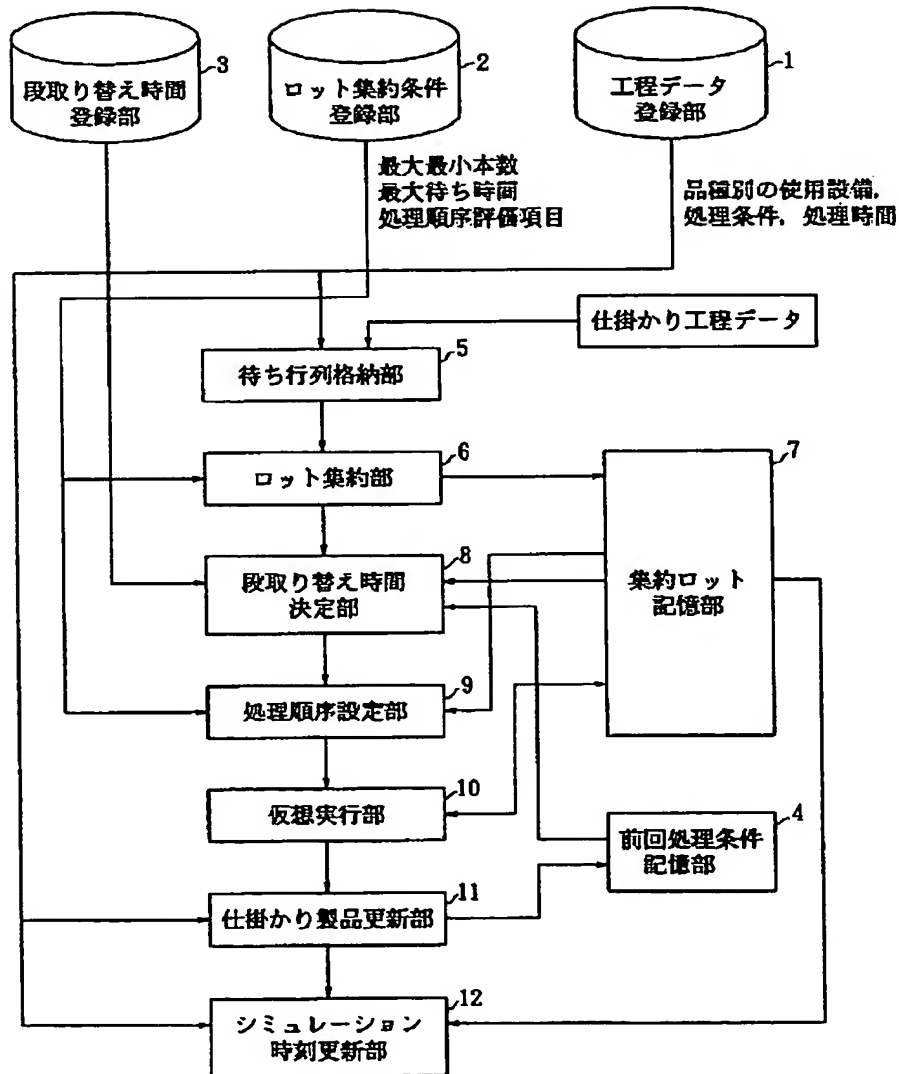
1・・・工程データ登録部

11
 2・・・ロット集約条件登録部
 3・・・段取り替え時間登録部
 4・・・前回処理条件記憶部
 5・・・処理待ち行列格納部
 6・・・ロット集約部
 7・・・集約ロット記憶部

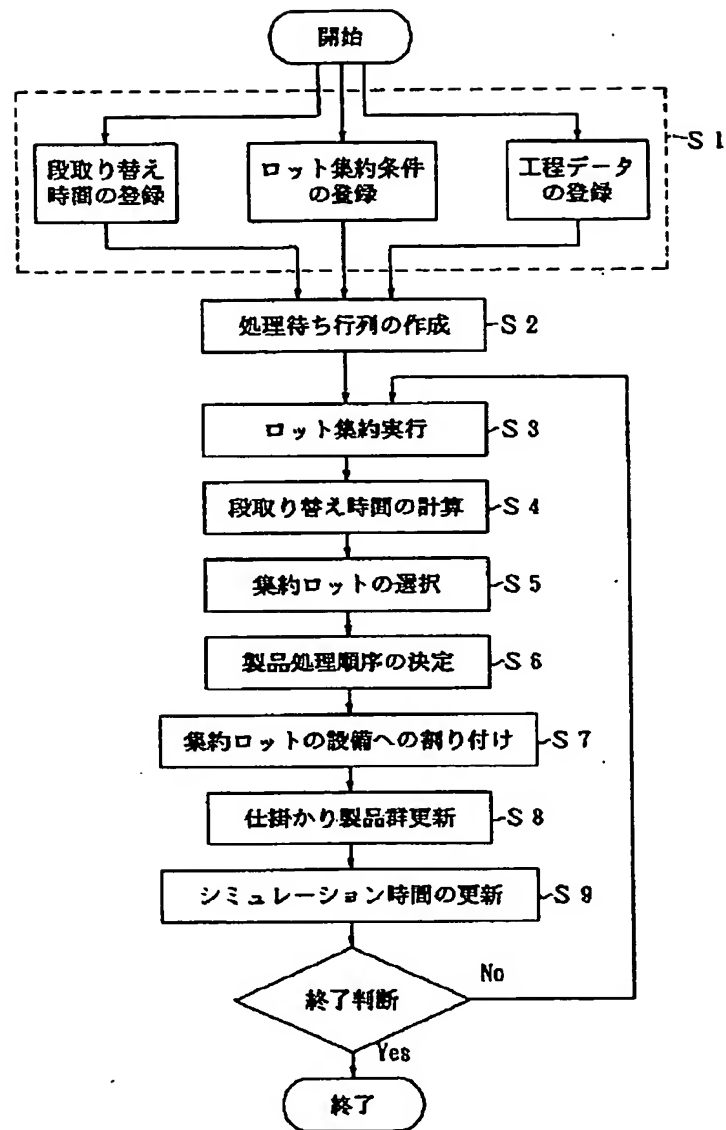
12
 * 8・・・段取り替え時間決定部
 9・・・処理順序設定部
 10・・・仮想実行部
 11・・・仕掛かり工程更新部
 12・・・シミュレーション開始時刻更新部

*

【図1】



【図2】



【図3】

品種A

工程	使用設備	処理条件	処理時間[分]	板厚[mm]	板幅[mm]
1	圧延機	ロール種R1	15	0.8	1450
		ロール種R2	20		
2	パッチ焼鈍	300度	120	0.8	1450
3	圧延機	ロール種R2	15	0.4	1450
4	圧延機	ロール種R2	20	0.2	1450
5	連続焼鈍	200度	30	0.2	1450
6	幅削り機	幅1250mm	30	0.2	1250
7	表面処理	塗料P1	20	0.2	1250
8	梱包機	—	60	0.2	1250

品種B

工程	使用設備	処理条件	処理時間[分]	板厚[mm]	板幅[mm]
1	パッチ焼鈍	300度	120	1.2	1000
2	圧延機	ロール種R1	20	0.6	1000
3	圧延機	ロール種R1	30	0.3	1000
4	圧延機	ロール種R1	30	0.1	1000
		ロール種R2	30		
5	幅削り機	幅900mm	30	0.1	900
6	連続焼鈍	200度	40	0.1	900
		300度	30		
7	表面処理	塗料P1	20	0.1	900
8	梱包機	—	60	0.1	900

品種C

工程	使用設備	処理条件	処理時間[分]	板厚[mm]	板幅[mm]
1	連続焼鈍	300度	20	0.8	1500
2	圧延機	ロール種R1	10	0.6	1500
3	圧延機	ロール種R2	20	0.3	1500
4	幅削り機	幅1250mm	30	0.3	1250
5	パッチ焼鈍	200度	120	0.3	1250
6	表面処理	塗料P2	20	0.3	1250
7	梱包機	—	60	0.3	1250

【図4】


設備名	処理形態	処理条件	処理順キー	最小本数	最大本数	最大待ち時間	
圧延機	単	ロール種R1	板厚	—	2	4	60分
		ロール種R2	板幅	—	8	12	60分
幅削り機	単	幅1250mm	板厚	+	3	上限なし	120分
		幅900mm	板厚	+	3	上限なし	90分
パッチ焼鈍	パッチ	200度	なし	—	1	3	—
		300度	なし	—	2	3	180分
連続焼鈍	単	200度	板幅	—	5	10	60分
		300度	板幅	—	3	10	60分
表面処理	単	塗料P1	なし	—	1	3	—
		塗料P2	なし	—	1	3	—
梱包機	単		なし	—	1	1	—

【図5】

設備名	前回処理条件	今回処理条件	段取り時間 [分]
圧延機	ロール種R1	ロール種R1	15
		ロール種R2	30
	ロール種R2	ロール種R1	15
		ロール種R2	10
幅削り機	幅1250mm	幅1250mm	0
		幅900mm	20
	幅900mm	幅1250mm	20
		幅900mm	0
バッチ焼鈍	200度	200度	10
		300度	60
	300度	200度	90
		300度	10
連続焼鈍	200度	200度	0
		300度	30
	300度	200度	60
		300度	0
表面処理	塗料P1	塗料P1	0
		塗料P2	10
	塗料P2	塗料P1	10
		塗料P2	0
梱包機	—	—	10

【図7】

設備名	集約処理条件	製品待ち行列							
圧延機	ロール種R1	1	2	3	4	5	6	7	8
	ロール種R2	9	10	3	4	11	12		
幅削り機	幅1250mm	13	14	15					
	幅900mm	16							
バッチ焼鈍	200度	17	18	19	20				
	300度	21	22						
連続焼鈍	200度	23	24	25	26				
	300度	27	28	29					
表面処理	塗料P1	29	30	31					
	塗料P2	32							
梱包機	—	33	34						

 : 処理条件が複数の製品番号

【図6】

製品番号	品種	工程	到着時刻(分)	使用設備	処理条件
1	B	3	-20	圧延機	ロール種R1
2	B	3	-20		ロール種R1/R2
3	A	1	-15		
4	A	1	-15		ロール種R1
5	B	2	-10		
6	B	2	-10		ロール種R2
7	C	2	-5		
8	C	2	-5		
9	A	3	-65		
10	A	3	-65		
11	C	3	-5		
12	C	3	-5		
13	A	6	-20	幅削り機	幅1250
14	A	6	-15		幅900
15	C	4	-15	バッチ焼鈍	200度
16	B	5	-10		
17	C	5	-10		300度
18	C	5	-10		
19	C	5	-8		200度
20	C	5	-5		
21	A	2	-5	連続焼鈍	200度/300度
22	B	1	-5		
23	B	6	-60		300度
24	A	5	-60		
25	A	5	-20		200度
26	B	6	-10		
27	C	1	-20	表面処理	塗料P1
28	C	1	-5		
29	A	7	-18		塗料P2
30	B	7	-15		
31	B	7	-10	梱包機	
32	C	6	-15		
33	A	8	-3		
34	C	7	0		

【図9】

設備名	集約処理条件	処理順序				処理順キー	
圧延機	ロール種R1	3	4	1	2	板厚	~
		0.8[mm]	0.8[mm]	0.3[mm]	0.3[mm]		
幅削り機	幅1250mm	13	14	15		板厚	+
		0.2[mm]	0.2[mm]	0.3[mm]			
バッチ焼鈍	200度	17	18	19		なし	
連続焼鈍	200度	24	25	23	26	板幅	-
		1450[mm]	1450[mm]	900[mm]	900[mm]		
表面処理	塗料P1	29	30	31		なし	
梱包機	-	33				なし	

【図8】

設備名	前回処理条件	集約処理条件	ロット集約								段取り時間
圧延機	ロール種R1	ロール種R1	1	2	3	4					15分
		ロール種R2	9	10	3	4	11	12			30分
幅削り機	幅1250mm	幅1250mm	13	14	15						0分
		幅900mm									
バッチ焼鈍	200度	200度	17	18	19						10分
		300度	21	22							60分
連続焼鈍	300度	200度	23	24	25	26					60分
		300度									
表面処理	塗料P1	塗料P1	29	30	31						0分
		塗料P2	32								10分
梱包機	-	-	33								10分

(a)

設備名	前回処理条件	集約処理条件	ロット集約								段取り時間
圧延機	ロール種R1	ロール種R1	1	2	3	4					15分
		ロール種R2									
幅削り機	幅1250mm	幅1250mm	13	14	15						0分
		幅900mm									
バッチ焼鈍	200度	200度	17	18	19						10分
		300度									
連続焼鈍	300度	200度	23	24	25	26					60分
		300度									
表面処理	塗料P1	塗料P1	29	30	31						0分
		塗料P2									
梱包機	-	-	33								10分

(b)

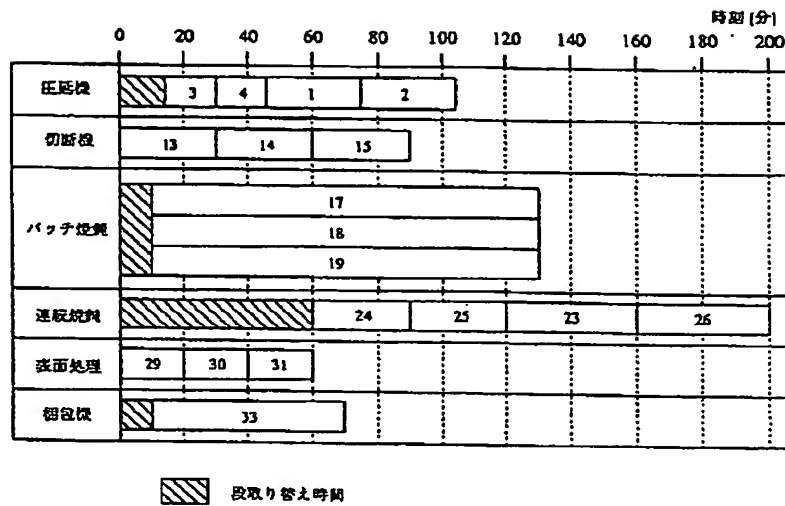
【図12】

設備名	処理条件	製品番号行列									
圧延機	ロール種R1	5	6	7	8	1	2				
	ロール種R2	9	10	11	12	1	2				
幅削り機	幅1250mm	24	25								
	幅900mm	16									
バッチ焼鈍	200度	20	15								
	300度	21	22	3	4						
連続焼鈍	200度										
	300度	27	28								
表面処理	塗料P1	13	14	23	26						
	塗料P2	32	17	18	19						
梱包機	-	33	34	29	30	31					

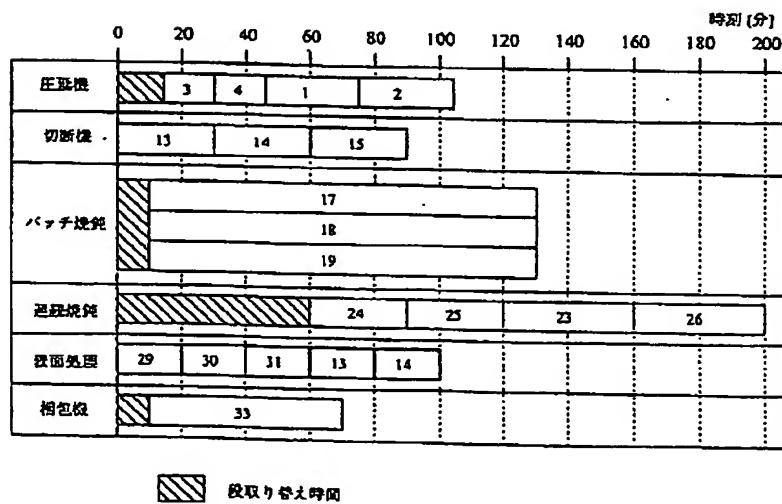
☐ : 選移した製品

☐ : 処理条件が複数の製品番号

【図10】



【図13】



〔図11〕

製品番号	品種	工程	到着時刻(分)
1	B	4	75
2	B	4	105
3	A	2	30
4	A	2	45
5	B	2	-10
6	B	2	-10
7	C	2	-5
8	C	2	-5
9	A	3	-65
10	A	3	-65
11	C	3	-5
12	C	3	-5
13	A	7	30
14	A	7	60
15	C	5	90
16	B	5	-10
17	C	6	130
18	C	6	130
19	C	6	130
20	C	5	-5
21	A	2	-5
22	B	1	-5
23	B	7	160
24	A	6	90
25	A	6	120
26	B	7	200
27	C	1	-20
28	C	1	-5
29	A	8	20
30	B	8	40
31	B	8	60
32	C	6	-15
33	A	終了	70
34	C	7	0

☐ : 更新されたデータ